

А. Ф. Титов, Н. М. Казнина

ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ:

60 лет
ПОИСКОВ И НАХОДОК



Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр Российской академии наук»
Институт биологии КарНЦ РАН

А. Ф. Титов, Н. М. Казнина

ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ:

60 лет
ПОИСКОВ И НАХОДОК

*Краткий исторический
очерк*

Петрозаводск • 2019

УДК 061.62:581.1
ББК 28.57
Т45

Титов А. Ф., Казнина Н. М.

Т45 Лаборатория экологической физиологии растений: 60 лет поисков и находок : краткий исторический очерк / А. Ф. Титов, Н. М. Казнина. — Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2019. — 55 с. : 106 ил.

ISBN 978-5-9274-0841-2

Представлен краткий исторический очерк, посвященный 60-летней истории лаборатории экологической физиологии растений Института биологии КарНЦ РАН (1957–2017 гг.), в котором отражены важнейшие события и вехи в развитии научных исследований коллектива, а также вклад в результаты исследований отдельных сотрудников.

Для студентов, аспирантов, специалистов и ученых, историков науки.

УДК 061.62:581.1
ББК 28.57

ISBN 978-5-9274-0841-2

© Титов А. Ф., Казнина Н. М., 2019
© Институт биологии КарНЦ РАН, 2019
© ФИЦ «Карельский научный центр РАН», 2019

ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ: 60 лет поисков и находок

В 1953 г. постановлением Президиума АН СССР (от 29.04.1953) в Карело-Финском филиале АН СССР был создан Институт биологии, который включал в себя несколько секторов. Одним из наиболее крупных по количеству сотрудников и числу научных направлений оказался сектор ботаники и растениеводства. На его базе в 1957 г. были образованы два новых подразделения: сектор физиологии и экологии растений и сектор генетики. Руководителем сектора физиологии и экологии растений был назначен известный ученый к.б.н. Аркадий Иванович Коровин. В те годы под его руководством работало шесть человек: четверо научных сотрудников (Т. А. Барская, А. А. Комулайнен, Ю. Е. Новицкая, З. Ф. Сычева), которые внесли большой вклад в становление физиологии растений в Карелии, и двое лаборантов (З. А. Быстрова и Е. П. Лавриненко).



А. И. Коровин

В 1958 г. секторы Института биологии Карельского филиала АН СССР были переименованы в лаборатории, в том числе и сектор физиологии и экологии растений. В этом же году в лабораторию пришли новые сотрудники: В. П. Дадыкин, С. Н. Дроздов, В. К. Курец, Е. В. Потаевич,



В. К. Курец



С. Н. Дроздов



Е. В. Потаевич

работа которых тогда и до сих пор оказывает значительное влияние на тематику исследований и методику их проведения.

На протяжении первых пяти лет темой исследований лаборатории было изучение особенностей питания, роста и развития растений в условиях Севера, что было обусловлено главной задачей, поставленной перед учеными-биологами того времени, — получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур в северных регионах. Проведение многочисленных полевых и вегетационных опытов позволило сотрудникам лаборатории установить, что продуктивность растений на Севере лимитируется прежде всего процессами роста. Основной же причиной торможения роста растений, растущих на «холодных почвах», является снижение всасывающей способности корней и, как следствие, уменьшение поступления необходимых для роста питательных веществ. Отметим, что в 1958 г. была опубликована первая в истории лаборатории статья в главном профильном отечественном журнале «Физиология растений»: Коровин А. И. Методы для изучения влияния пониженной температуры почвы на растения (Физиология растений. 1958. Т. 5, вып. 1).

Анализ полученных результатов позволил Аркадию Ивановичу высказать идею о возможном уменьшении отрицательного влияния пониженных температур почвы («холодных почв») на рост



Установка искусственного климата

и продуктивность сельскохозяйственных растений за счет внесения в почву основных макроэлементов (NPK) в правильно подобранном соотношении и восстановления необходимого баланса между ними в растениях. Для подтверждения гипотезы были проведены многочисленные эксперименты, разработаны

новые методические подходы. В частности, был разработан метод регулирования температуры почвы и сконструирован термо-вегетационный домик с ваннами для создания и поддержания пониженной температуры почвы (А. И. Коровин, В. К. Курец). Помимо этого, были сконструированы установки искусственного климата и холодильные камеры для воспроизведения заморозков в контролируемых условиях среды (В. К. Курец, С. Н. Дроздов), что обеспечивало работу в лабораторных условиях с высокой степенью воспроизведения не только температуры, но и других основных параметров внешней среды.

В результате многолетних исследований была разработана научно обоснованная система минерального питания растений для условий Севера и предложен оптимальный состав внесения в «холодную почву» так называемой северной дозы удобрений, соответствующий формуле: $1\text{ N} + 3\text{ P} + 1.5\text{ K}$ (А. И. Коровин, С. Н. Дроздов, З. Ф. Сычева). Основные результаты этих исследований нашли отражение в докторской диссертации Аркадия Ивановича Коровина «Влияние пониженных температур почв на растения в условиях Севера», которую он успешно защитил в 1959 г., а также в монографии «Температура почвы и растение на Севере», опубликованной в 1961 г. Отметим также, что в период с 1959 по 1961 гг. помимо руководства лабораторией Аркадий Иванович возглавлял Институт биологии.

Описывая историю лаборатории, нельзя не сказать об одном из ярких ученых физиологов растений, человеку необычной (особенно по сегодняшним меркам) судьбы — д.б.н. Всеволоде Петровиче Дадыкине, который с 1958 по 1962 гг. был руководителем одного из разделов темы лаборатории. Кроме того, в период с 1960 по 1962 гг. он возглавлял Президиум Карельского филиала АН СССР.



З. Ф. Сычева



В. П. Дадыкин



Р. И. Волкова, Б. Н. Грушевский
и Н. И. Балагурова

Всеволод Петрович — участник Великой Отечественной войны, офицер советской армии, имеющий боевые награды. После войны, в 1951 г. он защитил докторскую диссертацию на тему «Особенности поведения растений на холодных почвах» и был направлен в Якутский филиал АН СССР, где в 1952–1957 гг. возглавлял Президиум, после чего был переведен в Карелию.

В лаборатории под его руководством изучались оптические свойства листьев растений, произрастающих при разных условиях минерального питания, влажности и температуры воздуха, а также активность их фотосинтетического аппарата в этих условиях (Е. В. Потаевич, Б. Н. Грушевский). Для этих целей В. К. Курцом и Б. Н. Грушевским (сотрудниками группы биофизики) был изготовлен электронно-спектральный прибор (спектровизор), который позволял исследовать оптические свойства листьев при освещении белым светом. Работы с применением этого прибора проводились на различных видах растений из разных климатических зон. В результате исследований были выявлены изменения в спектре поглощения света наземными растениями в зависимости от экологических условий и сделан вывод о ведущей

роли дальнего красного света, поглощаемого фитохромом, для жизнедеятельности растений в условиях Севера.



С. Н. Дроздов

В 1961 г. лабораторию возглавил 31-летний к.б.н. Станислав Николаевич Дроздов. Закончив в 1954 г. ЛСХИ, там же он защитил кандидатскую диссертацию (1957 г.) и приехал в Карелию в качестве молодого специалиста. В этом же году, несмотря на свою молодость, был назначен директором Института биологии, а затем бессменно руководил им на протяжении 35 лет.

В период с 1963 по 1966 гг. в результате реорганизации Карельского филиала АН СССР Институт биологии формально оказался в составе Петрозаводского государственного университета, однако лаборатория продолжала свою работу в том же составе и без изменения тематики исследований. Интересы сотрудников лаборатории в это время были связаны с изучением физиолого-биохимических основ заморозкоустойчивости растений. Помимо процессов роста и развития, а также структурно-функциональных особенностей фотосинтетического аппарата сельскохозяйственных культур в условиях заморозков, началось изучение белкового комплекса растений.



Ю. Е. Новицкая и С. Н. Дроздов

Под руководством С. Н. Дроздова, В. П. Дадыкина и Ю. Е. Новицкой, которые возглавляли разделы темы лаборатории «Физиолого-биохимические особенности растений в связи с устойчивостью их к заморозкам», были выявлены изменения, происходящие в белковом комплексе во время заморозка. На основании полученных результатов было высказано предположение, что одним из главных условий повышения устойчивости растений к заморозкам является увеличение устойчивости белков к коагуляции. В эти же годы появились и новые экспериментальные данные о действии и последствии заморозков на оптические свойства листьев, интенсивность фотосинтеза и содержание пигментов у культурных и дикорастущих видов растений (Е. В. Потаевич, Б. Н. Грушевский).

Приход в 1960-х гг. новых сотрудников (Н. И. Балагуровой, Н. П. Будыкиной, Р. И. Волковой, К. А. Нюппиевой, Н. П. Холопцевой, В. П. Дмитриева, Л. А. Кучко, Н. И. Хилкова, А. А. Нюппиева) способствовал расширению спектра проводимых исследований. В период с 1966 по 1970 гг. исследования велись по 10 самостоятельным разделам, объединенным общей темой: «Особенности



Н. И. Хилков



Е. В. Потаевич, А. А. Комулайнен,
Н. П. Холопцева и Л. А. Кучко



Н. Н. Годарева



В. П. Дмитриев

обмена веществ у растений в процессе приспособления к неблагоприятным условиям Севера (заморозкам и пониженным температурам)». Особое внимание при этом уделялось изучению фотосинтеза, дыхания и водного обмена растений при низких положительных и отрицательных температурах (З. Ф. Сычева, Р. И. Волкова, Н. П. Будыкина, Н. И. Балагурова, К. А. Нюппиева, В. П. Дмитриев, Л. А. Кучко, Н. Н. Годарева). Для этого активно осваивались современные биохимические методы исследований, благодаря которым удалось получить новые интересные данные, касающиеся количественного изменения в содержании белков, мембранных липидов, фотосинтетических пигментов в клетках растений при воздействии на них пониженных температур. Эксперименты проводились в лабораторных и вегетационных условиях с проверкой получаемых результатов в полевых условиях.

В этот же период Ниной Ивановной Балагуровой — ученицей известного ленинград-

ского ученого профессора В. Я. Александрова (БИН АН СССР) — была разработана методика определения устойчивости клеток листьев к низким температурам в термоэлектрических микрохолодильниках, которая позволяла в лабораторных условиях оценить уровень холодоустойчивости растений, скорость и характер ее изменений. Данный метод оценки устойчивости сыграл важную роль в исследованиях лаборатории и продолжает активно использоваться по настоящее время.



Н. И. Балагурова

Помимо этого в лаборатории проводились работы, связанные с изучением фитофтороза у картофеля (Т. А. Барская, Т. Ю. Корневская, Л. П. Прокофьева). В вегетационных и полевых условиях испытывали поражаемость фитофторой разных сортов картофеля, исследовали влияние фитофторы на физиологические показатели у растений, выявляли возможность повышения их устойчивости к болезням посредством предуборочной обработки различными химическими препаратами. Важное практическое значение имели также сравнительные исследования заморозкоустойчивости наиболее хозяйственно ценных видов многолетних злаков (Н. П. Холопцева) и сортов картофеля (Н. П. Будыкина).



Т. А. Барская



Н. П. Будыкина



Н. П. Холопцева



Р. И. Волкова



К. А. Нюппиева

В целом период 1966–1970-х гг. оказался очень важным для развития лаборатории в плане освоения разнообразных методов исследований и увеличения числа изучаемых физиолого-биохимических показателей. Среди основных результатов этого периода: доказательство того, что нарушение энергетического обмена в клетках является одной из важных причин повреждения растений заморозками (З. Ф. Сычева, В. А. Васюкова); выявление факта быстрой перестройки обмена веществ при закаливании растений, приводящей к образованию простых, высокогидрофильных соединений и повышению их устойчивости (С. Н. Дроздов, Р. И. Волкова); обнаружение изменений в количественном и качественном составе мембранных липидов при адаптации растений к заморозкам (К. А. Нюппиева). Кроме того, в эти годы был подготовлен целый ряд рекомендаций для

совхозов Карелии, в которых, в частности, указывались оптимальные дозы и сроки обработки растений такими физиологически активными веществами, как хлорхолинхлорид и алар, показана возможность повышения заморозкоустойчивости картофеля путем обработки растений этими веществами, а для увеличения устойчивости растений к фитофторозу были предложены препараты реглон и акрофол.

Полученные в 1960-х гг. экспериментальные данные нашли отражение в трех кандидатских диссертациях: Н. И. Балагуровой (1969), Н. П. Будыкиной (1969), Р. И. Волковой (1969). Обобщением значительной части полученных в этот период в лаборатории результатов стала докторская диссертация Станислава Николаевича Дроздова «Эколого-физиологические исследования устойчивости полевых культур к заморозкам», успешная защита которой состоялась в 1971 г.

В 1970-е гг. основной фокус внимания сотрудников лаборатории под руководством д. б. н. С. Н. Дроздова постепенно сместился

с изучения влияния на растения заморозков и пониженных температур на эффекты температуры в более широком диапазоне: от низких летальных до высоких летальных ее значений. В этот период в лабораторию пришли молодые сотрудники, которые в дальнейшем внесли значительный вклад в развитие физиологии растений в Карелии: Т. В. Акимова, С. П. Критенко, В. В. Таланова, А. Ф. Титов, А. А. Филимонов, Е. Г. Шерудило. Это было время выдвижения новых гипотез, освоения новых методов, постановки оригинальных экспериментов, что позволило выявить целый ряд новых закономерностей в реакции растений на действие температурного фактора.

В 1974 г. С. Н. Дроздов, В. К. Курец и А. Ф. Титов выдвинули «зональную гипотезу» влияния температуры на устойчивость активно вегетирующих растений, в соответствии с которой весь диапазон температур, действующих на растения, было предложено разделить на пять зон — фоновую, две закаливающие и две повреждающие, температуры которых качественно по-разному влияют на устойчивость. В соответствии с предложенной гипотезой при колебаниях температуры в пределах фоновой зоны устойчивость растений сохраняется неизменной, под влиянием закаливающих температур она повышается, а под воздействием повреждающих температур — снижается (Дроздов С. Н., Курец В. К., Титов А. Ф. // Тез. докл. научн. конф. биологов Карелии, посвящ. 250-летию АН СССР). На основании определения границ указанных температурных зон сотрудниками лаборатории



С. Н. Дроздов



В. К. Курец



А. Ф. Титов



А. А. Филимонов и А. Ф. Титов



Т. В. Акимова

в течение нескольких лет были составлены так называемые «температурные карты» для целого ряда видов и сортов растений. В методическом плане эти исследования до сих пор сохраняют свое значение и учитываются при планировании и постановке экспериментов.

Важным этапом в истории лаборатории явилось углубленное изучение в эти годы роли белоксинтезирующей системы в механизмах термоустойчивости растений. Начало этим исследованиям было положено в 1977–1978 гг. группой сотрудников под руководством к.б.н. А. Ф. Титова (Т. В. Акимова, С. П. Критенко, В. В. Таланова, Е. Г. Шерудило, А. А. Филимонов). Широкое применение ими новых методических подходов, в частности, ингибиторного анализа, дало возможность установить зависимость процесса повышения устойчивости растений к неблагоприятным температурам от работы белоксинтезирующего аппарата; определить примерное время жизни «стрессовых» белков и «стрессовых» мРНК и период, в течение которого в клетках растений при их закаливании накапливается критическая масса «стрессовых» белков и «стрессовых» мРНК, необходимых для успешного прохождения и завершения процесса адаптации. В целом это позволило утвердиться в предположении, что термоадаптивные реакции растений находятся под генетическим контролем, который прежде всего реализуется через механизм индуцированного синтеза белка.

Анализ полученных в ходе многочисленных экспериментов результатов, а также привлечение современных для того вре-

мени представлений о механизмах генетического контроля над метаболизмом позволили А. Ф. Титову сформулировать в 1978 г. молекулярно-генетическую гипотезу, объясняющую главные принципы адаптивного ответа растений на действие неблагоприятных температур, которая в те годы была пионерской. В соответствии с гипотезой предполагалось, что выход температуры за пределы фоновых значений вызывает перестройку в функциональной активности генома: репрессию одних и дерепрессию других генов. В результате избирательной дерепрессии включается механизм индуцированного синтеза «стрессовых» белков, которые обеспечивают адаптивные изменения, составляющие главную суть процесса температурной адаптации растений.



Г. С. Олимпиенко и А. Ф. Титов

Несколько позднее (в 1983 г.) были сформированы собственные представления о роли специфических и неспецифических реакций в термоадаптации растений и их связи с геномом и индуцированным синтезом «стрессовых» (шоковых) белков, которые и в настоящее время не потеряли своей актуальности (А. Ф. Титов, С. Н. Дроздов, С. П. Критенко, В. В. Таланова).



В. В. Таланова



Е. Г. Шеруди́ло



С. П. Критенко

Стоит отметить, что в эти годы под руководством А. Ф. Титова в лаборатории был создан творческий молодежный коллектив им. XIX съезда ВЛКСМ, в который входили С. П. Критенко, В. В. Таланова, Е. Г. Шерудило. В 1982 г. за достижение высоких показателей и активное участие в общественной жизни коллектив был награжден Почетной грамотой ЦК ВЛКСМ. А четырьмя годами ранее А. Ф. Титов за цикл научных работ в области генетики, селекции и физиологии растений был удостоен звания лауреата премии комсомола Карелии в области науки и техники.



Р. И. Волкова



Л. Н. Соловьева



Л. Ф. Королева

Останавливаясь на работе лаборатории в 70-е гг. прошлого века, следует также подчеркнуть, что в это время активно использовались биохимические методы исследований, которые позволили подробно изучить воздействие неблагоприятных температур не только на белковый, но и на липидный обмены (К. А. Нюпиева). В это же время началось изучение гормональной системы растений, а именно выявление регуляторной роли ауксинов при адаптации вегетирующих растений к низким температурам (Р. И. Волкова, Л. Н. Соловьева, О. М. Федотова).

Помимо этого, на агробиологической станции Института биологии под руководством к. б. н. Нелли Петровны Будыкиной (Л. Ф. Королева,



Опыты на агробиологической станции

А. И. Тихонович, Л. П. Шабалина) продолжалось активное изучение воздействия синтетических регуляторов роста на продуктивность и холодоустойчивость растений защищенного грунта. На основании полученных результатов, а также апробации этих препаратов в производственных условиях были разработаны и внедрены в промышленное производство рекомендации по эффективному использованию физиологически активных веществ для выращивания огурца и томата в зимних теплицах. И был установлен экономический эффект от применения некоторых из них, например хлорхолинхлорида, на культуре огурца и томата.

В 1970-х гг. по результатам исследований были защищены три кандидатские диссертации: Н. П. Холопцевой (1971), К. А. Нюпиевой (1973), А. Ф. Титовым (1976).

Отдельно необходимо сказать о группе биофизиков (с 1977 г. она имела статус лаборатории и называлась лабораторией моделирования биологических процессов), чья научная деятельность была всегда неразрывно связана с нашей лабораторией общими целями и задачами исследований. Руководил группой к.б.н. Владимир Константинович Курец, а сотрудниками в разные годы были Э. Г. Попов, А. В. Таланов, Е. Ф. Марковская, В. А. Безденежных, Л. А. Обшатко, В. А. Виролайнен, М. И. Сысоева, Н. В. Василевская, Г. К. Корнилова, А. Р. Унжаков, Т. М. Кочанова. Научной основой этой лаборатории были системные исследования в области экологической физиологии растений, кроме того, в ее задачи также входили конструирование и модернизация научного оборудования. Аппаратура, разработанная ими, была, к примеру, удостоена трех бронзовых медалей ВДНХ. Постепенно



Э. Г. Попов



В. А. Виролайнен



В. А. Безденежных



А. В. Таланов и Е. Ф. Марковская



Т. В. Акимова

в рамках этой лаборатории под руководством к.б.н. Евгении Федоровны Марковской выделилось отдельное направление, связанное с изучением онтогенеза растений и онтогенетических изменений в ответной реакции растений на воздействия неблагоприятных факторов внешней среды с использованием методов системного анализа (В. А. Безденежных, М. И. Сысоева, Н. В. Василевская).

В начале 1980-х гг. в лаборатории физиологии и экологии растений продолжают исследования влияния абиотических факторов на формирование терморезистентности и продуктивности высших растений. Как и прежде, активно ведутся поиск и разработка новых методических подходов. Так, группа сотрудников под руководством к.б.н. А. Ф. Титова (В. В. Таланова, С. П. Критенко) с помощью метода наложения холодовых и тепловых закалок доказала функциональную автономность генетических систем, контролирующих рост холодостойкости и теплоустойчивости при холодовом и тепловом закаливании растений, соответственно. Изучение ответной реакции растений на комбинированное воздействие разных температур в пределах зон закаливания способствовало выявлению и лучшему пониманию общих и специализированных механизмов, лежащих в основе температурной адаптации растений (Т. В. Акимова, Н. И. Балагурова, С. П. Критенко, В. В. Таланова, Е. Г. Шеруди́ло, Т. М. Маркова).

Для изучения роли гормональной системы в механизмах устойчивости растений к неблагоприятным температурам был использован ингибиторный анализ, который позволил, с одной

стороны, установить зависимость процесса закаливания от работы белоксинтезирующей системы клетки, а с другой — его связь с гормональной регуляцией (Р.И. Волкова, С.П. Критенко, Л.Н. Соловьева). В результате было выявлено, что процессы формирования повышенной терморезистентности активно вегетирующих растений являются ауксинзависимыми, а уровень свободных ауксинов в тканях выступает одним из регуляторных механизмов в перестройке их метаболизма в условиях пониженной температуры.

Необходимо отметить и еще одно новое направление, возникшее в лаборатории в 1980-е гг. под началом к.б.н. Нины Ивановны Балагуровой (с участием Т.М. Марковой). Используя световую микроскопию, они исследовали цитофизиологические эффекты холодового и теплового закаливания на растения, а в работах, проводимых с помощью электронного микроскопа совместно с сотрудниками Института леса КарНЦ РАН, анализировалось влияние неблагоприятных температур на внутриклеточные структуры растений.

Примерно в эти же годы к.б.н. В. К. Курцом с сотрудниками был применен системный подход к изучению механизмов устойчивости растений с постановкой многофакторных экспериментов и с последующим представлением результатов в виде статистических регрессионных моделей для CO_2 -газообмена (Э.Г. Попов, А.В. Таланов, Л.А. Обшатко).

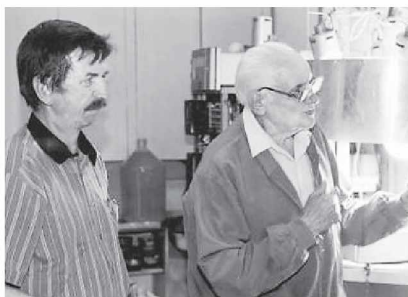
В 1985 г. произошло объединение двух лабораторий в одну, которая была названа лабораторией экологической физиологии растений. Заведующим



Н. И. Балагурова



Т. М. Маркова



А. В. Таланов и В. К. Курец



А. Ф. Титов

лабораторией был назначен к.б.н. В. К. Курец, который оставался на этой должности непродолжительное время (с июня 1985 по июнь 1986 гг.), а с июля 1986 г. и по настоящее время научным руководителем лаборатории является д.б.н. А. Ф. Титов (в то время еще к.б.н.).

В 1986–1990 гг. в новой пятилетней теме лаборатории основное внимание было направлено на исследование природы адаптивных реакций растений и закономерностей варьирования терморезистентности и CO_2 -газообмена при действии факторов внешней среды. Детально исследовалась динамика устойчивости растений в процессе холодового и теплового закаливания, с особым вниманием к его начальному периоду; подробно изучалась суточная динамика CO_2 -газообмена у растений при варьировании термо- и фотопериода, анализировалась зависимость роста и развития растений от суточного температурного режима.

В этот же период продолжалось активное изучение гормональной системы растений. Использование экзогенных фитогормонов для выявления их роли в устойчивости растений позволило обнаружить, что формирование повышенной устойчивости к холоду и теплу тесно связано с участием АБК в этих процессах. Кроме того, было показано, что положительная роль ростстимулирующего гормона цитокинина и ростингибирующего гормона АБК в процессах температурной адаптации связана с разными механизмами (А. Ф. Титов, В. В. Таланова, С. П. Критенко, Е. Г. Шеруди́ло).



В. В. Таланова



Е. Г. Шеруди́ло

Помимо этого, группа сотрудников под руководством А. Ф. Титова разработала новый методический подход для изучения локального воздействия неблагоприятных температур на растения, который позволил установить факт наличия и передачи сигнала из частей и органов, испытывающих стрессовое воздействие, в другие части и органы растения (Н. И. Балагурова, Т. В. Акимова, Н. И. Хилков, Т. М. Маркова).

Сотрудники, работавшие под руководством В. К. Курца, уделяли большое внимание исследованию суточных колебаний CO_2 -газообмена растений с использованием фитотрона, что позволило установить количественные изменения в соотношении между выделенным и поглощенным CO_2 за суточный цикл в зависимости от колебания основных факторов внешней среды (Э. Г. Попов, А. В. Таланов, Л. А. Обшатко, Н. И. Хилков).

Изучению структурно-функциональных особенностей растений, характерных для отдельных этапов развития, были посвящены исследования другой группы сотрудников, которой руководила к.б.н. Евгения Федоровна Марковская (В. А. Безденежных, Н. В. Василевская, М. И. Сысоева). Ими была предложена оригинальная схема постановки опытов по методу «восходящей оптимизации», позволяющая количественно оценивать зависимость основных процессов жизнедеятельности растений от факторов



Л. А. Обшатко и Е. Ф. Марковская

Э. Г. Попов, Ю. Ю. Попков,
В. А. Безденежных
(*верхний ряд*),
В. К. Курец, М. И. Сысоева,
Н. В. Василевская,
Е. Ф. Марковская





М. И. Сысоева

внешней среды и оптимизировать их применительно к отдельным этапам онтогенеза. Кроме того, Е. Ф. Марковской и М. И. Сысоевой была построена динамическая модель роста и развития огурца, позволяющая управлять этими процессами за счет изменения факторов внешней среды, а также прогнозировать биологическую продуктивность растений при тех или иных параметрах внешней среды.

По результатам исследований в 1980-е гг. были защищены шесть кандидатских диссертаций: Т. В. Акимовой (1980), В. В. Талановой (1985), Э. Г. Поповым (1985), С. П. Критенко (1987), А. А. Филимоновым (1988), А. В. Талановым (1989).

Важным обобщающим итогом многолетних исследований механизмов термоустойчивости растений явилась докторская диссертация Александра Федоровича Титова «Устойчивость активно вегетирующих растений к низким и высоким температурам: закономерности варьирования и механизмы», успешно защищенная в 1989 г.

Обобщение исследований CO_2 -газообмена нашло, в свою очередь, отражение в успешной защите докторской диссертации Владимира Константиновича Курца «Системный подход к исследованию CO_2 -газообмена и терморезистентности растений» (1990).

В первой половине 1990-х гг. продолжались исследования закономерностей формирования терморезистентности и продуктивности растений в зависимости от условий внешней среды. В эти годы в лабораторию пришли молодые сотрудники: Л. В. Топчиева, Н. П. Боева, Т. Г. Харьковина, Е. Н. Икконен, Е. С. Холопцева, которые приступили к активной работе в разных разделах общей темы лаборатории.



А. Ф. Титов

Под руководством А. Ф. Титова, который в 1991 г. был избран председателем Президиума Карельского научного центра РАН, изучалась роль фитогормонов в механизмах фор-



В. В. Таланова



Т. В. Акимова



Л. В. Топчиева



Н. П. Боева

мирования устойчивости растений к действию низких и высоких температур (В. В. Таланова, Т. В. Акимова, Л. В. Топчиева, Н. П. Боева). Помимо этого начались исследования участия фитогормонов в адаптации растений к хлоридному засолению. В результате было доказано, что АБК играет важную роль в защитно-приспособительных реакциях растений на холод и засоление. Высказано предположение, что накопление АБК может выступать в качестве одного из триггерных механизмов процесса формирования их повышенной устойчивости. Было также установлено участие ауксинов и цитокининов в адаптивных реакциях растений, связанных с воздействием на них изученных стресс-факторов.

В 1994 г. в рамках государственной программы «Экологическая безопасность России» в лаборатории начались исследования по теме «Воздействие тяжелых металлов на высшие растения», которые положили начало новому научному направлению, сохранившему свою актуальность и в настоящее время, — изучению устойчивости растений к тяжелым металлам (А. Ф. Титов, В. В. Таланова, Н. П. Боева). Было изучено влияние свинца и кадмия на рост и выживаемость культурных злаков и выявлено, что в высоких концентрациях тяжелые металлы ингибируют рост и накопление биомассы растений. Однако предобработка растений этими металлами в низких концентрациях индуцирует повышение их металлоустойчивости.

В эти же годы под руководством Е. Ф. Марковской была разработана динамическая модель роста и развития растений с индетерминантным типом развития (на примере огурца),



Е. Ф. Марковская



М. И. Сысоева



Т. Г. Харькина



С. А. Трофимова

которая позволяет оптимизировать процесс формирования продуктивности растений (М. И. Сысоева, Н. В. Василевская, С. А. Трофимова, Т. Г. Харькина).

Результаты многолетних исследований в этой области нашли отражение в докторской диссертации Евгении Федоровны Марковской «Интеграция процессов роста и развития в онтогенезе *Cucumis sativus* L.», успешно защищенной в 1992 г.



В. К. Курец



С. Н. Дроздов



А. В. Таланов



Л. А. Обшатко

Группой сотрудников под руководством В. К. Курца продолжалось изучение влияния световых и температурных условий на CO_2 -газообмен растений. Предложенные ими уравнения связи поглощения, выделения, баланса CO_2 и прироста биомассы растений с дневной и ночной температурой, освещенностью и длительностью фотопериода позволили определить оптимальные сочетания факторов и установить возможность компенсации неблагоприятного действия одного фактора соответствующим изменением уровня других

(А. В. Таланов, Э. Г. Попов, Л. А. Обшатко, Е. С. Холопцева). Следует особо отметить, что в 1995 г. коллективу авторов (С. Н. Дроздов, В. К. Курец, Л. А. Обшатко, Э. Г. Попов, А. В. Таланов) была присуждена премия имени профессора И. И. Гунара за цикл работ по оценке экологических характеристик и биологического разнообразия на основе параметров CO_2 -газообмена интактных растений.

По результатам работ в лаборатории в начале 1990-х гг. были успешно защищены шесть кандидатских диссертаций: И. В. Крупновой (1990), Е. Г. Шерудило (1990), Н. В. Василевской (1991), М. И. Сысоевой (1991), Л. В. Топчиевой (1994), С. А. Трофимовой (1995).

Определенным событием в истории лаборатории явилась ее реорганизация. В 1994 г. на ее основе были созданы две лаборатории: экофизиологии растений (зав. лаб. д.б.н. С. Н. Дроздов) и стресс-физиологии растений (зав. лаб. д.б.н. А. Ф. Титов). Однако, как оказалось, данное разделение носило временный, а самое главное формальный характер, и работа сотрудников по-прежнему была совместной. Это подтверждается и тем фактом, что в 1996 г. коллектив двух лабораторий был официально признан ведущей научной школой по экологической физиологии растений в России.

С 1995 по 2004 гг. исследования проводились двумя лабораториями по нескольким взаимосвязанным направлениям. В лаборатории экофизиологии растений под руководством С. Н. Дроздова изучались светотемпературные зависимости фотосинтеза и роста сельскохозяйственных культур. Ими были получены количественные модели, отражающие влияние ведущих факторов среды — света и температуры — на продуктивность растений (В. К. Курец, А. В. Таланов, Э. Г. Попов, Л. А. Обшатко, Е. С. Холопцева).

В. К. Курец участвовал также в формировании направления, связанного с изучением вклада болотных экосистем в глобальный баланс углерода. В ходе полевых исследований, проводившихся под его



Е. С. Холопцева



Е. Н. Икконен



Л. В. Тимейко

руководством, был оценен вклад на почвенного покрова болот, в первую очередь сфагновых мхов, в общие потоки углерода и определено влияние осушения на потери углерода болотными биогеоценозами (А. В. Таланов, Е. Н. Икконен).

На агробиологической станции Института биологии под руководством Н. П. Будыкиной продолжалось активное изучение влияния регуляторов роста на растения закрытого грунта. При этом было доказано, что регуляторы роста, такие, как хлорхолинхлорид, гибберсиб, этихол, ускоряют начальные процессы формирования терморезистентности. Впервые была выявлена специфика действия ряда регуляторов роста, в частности эпибрасинолида, свя-

занная с концентрацией вещества, температурными условиями выращивания растений, а также с особенностями их генотипа, и даны рекомендации по использованию этого регулятора роста в условиях защищенного грунта (Л. В. Тимейко, Т. Ф. Алексеева, Т. С. Гоголева, И. В. Трифонова, Н. И. Хилков, Л. Н. Соловьева).



Т. С. Гоголева



Н. П. Будыкина, Л. Н. Соловьева, И. В. Трифонова, Т. Ф. Алексеева

В эти же годы в лаборатории стресс-физиологии растений, руководимой А. Ф. Титовым, главное внимание по-прежнему уделялось изучению механизмов адаптации растений к экстремальным температурам, в том числе при их локальном воздействии (Н. И. Балагурова, Т. В. Акимова, В. В. Таланова, а с 1998 г. и Е. А. Назаркина (Мешкова)). Было обнаружено, что при воздействии неблагоприятной температуры только на корни растений повышается устойчивость к ней листьев и наоборот. Это стало подтверждением факта наличия и передачи сигнала о температурном воздействии из одних органов растения в другие. Важным результатом исследований в этом направлении стало доказательство того, что передача сигнала по растению возможна в акропетальном (из корня в лист), в базипетальном (из листа в корень) и в аксиальном (из одного семядольного листа в другой) направлениях.



Т. В. Акимова и Е. А. Назаркина

Группа сотрудников, возглавляемая Е. Ф. Марковской, проводила исследования, направленные на изучение воздействия переменных суточных температур на рост и развитие растений (М. И. Сысоева, Е. Г. Шерудило, Т. Г. Харькина, С. А. Трофимова). С использованием современных методов многомерного статистического анализа ими было доказано, что в условиях суточных температурных градиентов величина суммы эффективных температур, необходимых для прохождения онтогенеза растений, уменьшается, что может рассматриваться как один из возможных путей их адаптации к условиям Севера. Кроме того, была показана способность растений к повышению холодоустойчивости на фоне активной жизнедеятельности, связанная с их реакцией в ответ на кратковременные ежесуточные понижения



Е. Ф. Марковская



Г. Ф. Лайдинен



Ю. В. Батова



Н. М. Казнина



Н. А. Шибаева

температуры, и высказана гипотеза о ведущей роли переменных суточных температур в процессе адаптации растений к условиям Севера. Одним из важных итогов многолетних исследований этой группы явилась докторская диссертация Марины Ивановны Сысоевой «Феноменология онтогенетических реакций растений на суточные переменные температуры», успешно защищенная в 2003 г.

Помимо температурного фактора, в лаборатории продолжается изучение механизмов устойчивости растений к тяжелым металлам. В 1996 г. к этим исследованиям подключается группа сотрудников во главе с к.б.н. Галиной Федоровной Лайдинен (Н. М. Казнина, Ю. В. Батова, Н. А. Шибаева), пришедшая в лабораторию после реорганизации группы геоботаники и растительных ресурсов. В лабораторных и вегетационных условиях ими изучалось влияние кадмия, свинца и цинка на основные физиологические процессы у растений семейства *Рoасеae*. В результате работы было впервые обнаружено негативное влияние тяжелых металлов на рост и дифференциацию апекса побега на разных этапах развития однолетних злаков, а также на темпы органогенеза растений.

В конце 1990-х — начале 2000-х гг. в лаборатории были успешно защищены пять кандидатских диссертаций: Т. Г. Харькиной (1997), Е. Н. Икконен (2000), Е. С. Холопцевой (2001), Н. М. Казниной (2003), Л. В. Тимейко (2003).

В 2004 г. две лаборатории вновь объединились, и была воссоздана лаборатория экологической физиологии растений под руководством д.б.н. А. Ф. Титова, который в 2003 г. был избран

членом-корреспондентом РАН по специальности «экологическая физиология растений». В рамках новой темы «Физиологические реакции растений в условиях климатического и техногенного стресса» (2005–2010 гг.) проводились исследования по пяти различным направлениям. Руководителями направлений стали: А. Ф. Титов, С. Н. Дроздов, Н. П. Будыкина, В. В. Таланова, Г. Ф. Лайдинен, М. И. Сысоева.



А. Ф. Титов

Под руководством С. Н. Дроздова проводились исследования по определению потенциального максимума и оптимума нетто-фотосинтеза у разных видов и сортов растений при разных свето-температурных условиях (В. К. Курец, А. В. Таланов, Э. Г. Попов, Е. С. Холопцева, Л. А. Обшатко, а также молодые сотрудники лаборатории А. А. Еркоева и О. В. Платонова). На примере клевера, люпина и амаранта ими было показано, что потенциально возможный уровень нетто-фотосинтеза и свето-температурные условия внешней среды, обеспечивающие его достижение, существенно различаются у разных видов и сортов. Знание этих условий является важным моментом в селекционной и интродукционной работе, при поиске необходимого селекционно-генетического материала и подборе сортов для возделывания в условиях северных регионов.



А. А. Еркоева и О. В. Платонова

Н. П. Будыкина с сотрудниками (Т. Ф. Алексеева, Т. С. Гоголева, Н. И. Хилков) изучали влияние синтетических регуляторов роста нового поколения



Н. П. Будыкина и Т. Ф. Алексеева



Н. И. Хилков

(эпин_{экстра} и циркон) на устойчивость, рост, развитие и продуктивность хозяйственно ценных культур (томат, огурец, перец, картофель). Ими, в частности, было обнаружено, что эти препараты стимулируют клубнеобразование и рост клубней картофеля, повышая его урожай более чем на треть при внекорневой подкормке растений. Кроме того, они повышают продуктивность огурца в весенних пленочных теплицах, что связано с увеличением холодостойкости растений, стимуляцией образования генеративных органов и увеличением числа женских цветков. Результаты данных исследований позволили разработать целый ряд технологий применения этих препаратов. Примером является технология применения нового экологически безопасного регулятора роста эпин_{экстра}, способствующая повышению урожайности тепличной культуры томата при одновременном снижении поражаемости серой гнилью.

Внимание группы сотрудников под руководством В. В. Талановой, в которую входили Ю. В. Венжик и Е. А. Назаркина, было направлено на изучение структурных и функциональных изменений фотосинтетического аппарата растений, происходящих под влиянием температуры. Ими было показано, что при температурной адаптации в растениях происходят существенные изменения ультра- и мезоструктуры листа. При этом по мере увеличения холодо- и теплоустойчивости постепенно формируется качественно

новая структурно-функциональная организация клеток, позволяющая в дальнейшем переносить без губительных последствий действие более экстремальных температур.

Новым направлением исследований для лаборатории стало изучение роли протеолитических ферментов и ингиби-



В. В. Таланова



Ю. В. Венжик

торов протеиназ в адаптации растений к неблагоприятным температурам. Сотрудники лаборатории (А. Ф. Титов, С. А. Фролова, В. В. Таланова, Л. В. Топчиева) обнаружили, что изменение активности цистеиновых протеиназ, амидаз и ингибиторов трипсина является одной из неспецифических защитно-приспособительных реакций растений в начальный период действия закаливающих и повреждающих температур. В дальнейшем в условиях холодового повреждения протеиназы и их ингибиторы играют важную роль в развитии необратимых деструктивных процессов, а при закаливающих температурах — способствуют долговременной адаптации растений.



С. А. Фролова



Л. В. Топчиева

Наряду с этим продолжалось изучение роли фитогормонов в повышении устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов внешней среды (низкие и высокие температуры, засоление, высокие концентрации тяжелых металлов), в том числе в начальный период их воздействия. Важным результатом многолетних исследований в этой области явилась успешная защита докторской диссертации Веры Викторовны Талановой «Фитогормоны как регуляторы устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды» (2009).

В разделе, посвященном изучению влияния тяжелых металлов на растения, помимо лабораторных и вегетационных опытов, проводились полевые исследования, направленные на изучение устойчивости дикорастущих злаков к техногенному загрязнению почв этими химическими элементами. Сотрудники лаборатории (Г. Ф. Лайдинен, Н. М. Казнина, Ю. В. Батова) проводили обследования луговых фитоценозов, расположенных вблизи крупных промышленных предприятий Карелии — Кондопожского ЦБК и Костомукшского ГОКа. В результате была установлена важная ценотическая роль дикорастущих злаков в сообществах, сформированных на техногенно загрязненных



Н. М. Казнина и Г. Ф. Лайдинен



Ю. В. Батова

территориях, а также доказана высокая металлоустойчивость некоторых представителей дикорастущей флоры Карелии (ежи сборной, тимopheевки луговой, щетинника зеленого), что позволило говорить о возможности использования этих видов для фитостабилизации загрязненных тяжелыми металлами почв в условиях таежной зоны.

Группой сотрудников под руководством М. И. Сысоевой исследовалось взаимовлияние фотопериода, суточных переменных температур и освещенности при их воздействии на растения. Они обнаружили, что развитие растений зависит от длительности фотопериода, уровня освещенности, интенсивности температурного воздействия и светового суточного интеграла. Была показана перспективность использования градиентных температурных режимов при выращивании растений в условиях непрерывного суточного освещения. Помимо этого было обнаружено, что кратковременные ежесуточные снижения температуры вызы-



М. И. Сысоева



В. В. Лаврова



Е. А. Спиридонова

вают эффект кросс-адаптации, обуславливающий повышение холодоустойчивости растений картофеля и их устойчивости к заражению нематодой (Е. Г. Шеруди́ло, Т. Г. Шибаева, В. В. Лаврова, Е. А. Спиридонова).

Важным этапом в расширении и углублении знаний о механизмах устойчивости растений к стресс-факторам разной природы явилось изучение уровня экспрессии генов. В частности, под руководством М. И. Сысоевой было проведено исследование, в котором с помощью ПЦР-анализа изучали экспрессию ряда генов у растений огурца, подвергнутых многократным кратковременным низкотемпературным воздействиям (Е. Ф. Марковская, Е. Г. Шеруди́ло, Л. В. Топчиева). Оказалось, что пулы мРНК генов у растений, подвергнутых кратковременному или длительному воздействию низкой температуры, были близки по числу амплифицированных фрагментов.

В дальнейшем активное использование метода ПЦР-РВ в работах лаборатории позволило обнаружить, что повышение холодоустойчивости проростков пшеницы связано с усилением экспрессии генов транскрипционных факторов (*WRKY*, *CBF*, *bZIP*, *MYB*), генов белков холодового ответа семейства дегидринов (*WCS120*, *WCS19*) и регулируемых холодом АБК-зависимых *Cor*-генов (*WRAB17*, *WRAB19*), которое наиболее ярко выражено в первые минуты и часы действия низкой температуры (А. Ф. Титов, В. В. Таланова, Л. В. Топчиева, Н. С. Репкина). Удалось также доказать, что устойчивость растений к кадмию коррелирует с активацией экспрессии генов (*HvGS*, *HvPCS*, *HvMT1* и *HvMT2*) белков, участвующих в синтезе хелаторов металла, а также генов транспортных белков (*HvHMA3* и *HvCAX2*) и субъединиц вакуолярной H^+ -АТФазы (*HvVHA-E* и *HvVHA-c*), которые обеспечивают связывание ионов кадмия в цитоплазме клеток и их транспорт в вакуоль (А. Ф. Титов, Н. М. Казнина, Г. Ф. Лайдинен, Л. В. Топчиева, Ю. В. Батова).



М. И. Сысоева, Е. М. Матвеева,
В. В. Лаврова, Е. Г. Шеруди́ло

В период с 2005 по 2010 гг. в лаборатории были успешно защищены три кандидатские диссертации: Е. А. Назаркиной (2005), Ю. В. Батовой (2007) и С. А. Фроловой (2008).

В последующие годы (2011–2017 гг.) продолжалось активное изучение физиолого-биохимических и молекулярно-генетических механизмов устойчивости растений к неблагоприятным температурам и тяжелым металлам. Проводились различные опыты по раздельному и совместному воздействию этих стресс-факторов на растения. В ходе исследований под руководством В. В. Талановой (с участием Н. С. Репкиной) было обнаружено, что адаптация растений к кадмию, низкой температуре и их совместному действию связана с активацией экспрессии ряда генов шоковых белков и белков, участвующих в синтезе хелатирующих соединений, с усилением синтеза непротеиновых тиолов и низкомолекулярных антиоксидантов. Кроме того, выявлены происходящие при этом адаптивные изменения фотосинтетической активности и водного режима (Ю. В. Венжик, Е. С. Холопцева).

На качественно новый уровень перешли исследования роли фитогормонов в адаптации растений к неблагоприятным температурам. Было обнаружено воздействие таких фитогормонов, как салициловая кислота и метилжасмонат, на фотосинтетический аппарат растений (В. В. Таланова, Е. С. Холопцева) и доказано их участие в регуляции активности компонентов антиоксидантной системы, что способствует повышению устойчивости растений к действию низких температур (В. В. Таланова, А. А. Игнатенко, Н. С. Репкина).



Н. С. Репкина



Е. С. Холопцева



А. А. Игнатенко



И. А. Нилова



В. В. Таланова (справа)
с Ю. В. Венжик и А. А. Игнатенко

Большое внимание в эти годы уделялось также и механизмам устойчивости растений к высоким температурам. Было показано, что теплоустойчивость растений во многом зависит от интенсивности воздействующей температуры. Это связано с изменениями спектра экспрессируемых генов, кодирующих белки теплового шока, регуляторные белки и белки, участвующие в программируемой клеточной смерти, а также в активности компонентов антиоксидантной системы (А. Ф. Титов, Л. В. Топчиева, И. А. Нилова).

Одновременно с этим в лаборатории продолжалось изучение механизмов устойчивости растений к тяжелым металлам (Н. М. Казнина, Г. Ф. Лайдинен, Ю. В. Батова). В результате было обнаружено наличие четко выраженных возрастных различий



Ю. В. Батова



Г. Ф. Лайдинен



Н. М. Казнина

ной «Физиолого-биохимические и молекулярно-генетические механизмы устойчивости растений семейства *Рoасеае* к тяжелым металлам» (2016).

В эти же годы под руководством А. Ф. Титова продолжалось изучение физиолого-биохимических механизмов адаптации растений к ежесуточным кратковременным понижениям температуры (ДРОП), круглосуточному освещению и их совместному действию (Т. Г. Шибаева (Харькина), Е. Г. Шерудило, Е. Н. Икконен). Было обнаружено, что в условиях избыточного света даже непродолжительные (2 ч) ежесуточные воздействия пониженной температуры на светочувствительные растения оказывают защитный эффект, препятствуя фотоповреждению их листьев и стабилизируя работу фотосинтетического аппарата. На основа-

в устойчивости растений к кадмию — одному из наиболее токсичных элементов из группы тяжелых металлов, что, как оказалось, связано с количественными и/или качественными различиями в активности действующих у них клеточных механизмов детоксикации. Важным итогом многолетних исследований в этой области явилась успешная защита докторской диссертации Натальи Мстиславовны Казни-



Е. Н. Икконен



Е. Г. Шерудило



Т. Г. Шибаева

нии этих результатов предложен и запатентован способ выращивания рассады томата.

Кроме того, было доказано: специфика реакции растений на ДРОП-воздействия обусловлена тем, что периоды, когда охлаждение запускает программу адаптационных изменений (сопряженную с торможением роста и развития), чередуются в суточном цикле с более продолжительными периодами действия оптимальных температур, при которых происходит обратное переключение на программы роста и развития, вследствие чего эти процессы возобновляются.

За период с 2011 по 2017 гг. в лаборатории были успешно защищены три кандидатские диссертации: Е. А. Спиридоновой (2011), В. В. Лавровой (2012), Н. С. Репкиной (2014).

В целом проведенные в 2011–2017 гг. исследования физиолого-биохимических и молекулярно-генетических изменений, происходящих у растений при адаптации к низкой и высокой температуре, ДРОП-воздействиям, тяжелым металлам и круглосуточному освещению, позволили выявить среди них как специфические, так и неспецифические (общие). Был сделан вывод о том, что большинство из этих изменений являются неспецифическими: торможение роста растений, сохранение содержания каротиноидов, поддержание функциональной активности ФС II, замедление скорости фотосинтеза, уменьшение интенсивности транспирации и устьичной проводимости, сохранение уровня оводненности тканей, активация экспрессии генов ряда транскрипционных факторов (*CBF1*, *MYB80* и *DREB1*) и гена белка холодового ответа *WRAB15*, активация экспрессии генов и увеличение активности антиоксидантных ферментов, активация экспрессии генов синтеза и увеличение содержания глутатиона, активация экспрессии гена *WP5CS* и увеличение содержания пролина и др. И только небольшую часть наблюдаемых изменений можно условно отнести к специфичным (или более специфичным), в частности, активацию экспрессии гена *WCS120* при низкотемпературном воздействии.

В настоящее время в лаборатории продолжается изучение роли общих и специализированных механизмов в устойчивости растений к действию неблагоприятных температур и тяжелых

металлов на разных уровнях организации (от молекулярного до организменного), благодаря чему постепенно, шаг за шагом, существующие знания о природе устойчивости растений и механизмах, которые лежат в ее основе, расширяются, детализируются и углубляются.

В заключение краткого исторического очерка необходимо отметить, что за 60-летний период существования лаборатории экологической физиологии растений в ней в разные периоды работало около 90 человек, в том числе 1 член-корр. РАН, 10 докторов наук, 33 кандидата наук. За эти годы были успешно защищены 9 докторских и 31 кандидатская диссертации. Опубликовано 13 монографий, 9 сборников научных статей и 8 учебных пособий.

Представители лаборатории в течение почти 30 лет возглавляли Карельский научный центр: В. П. Дадыкин (1960–1962 гг.) и А. Ф. Титов (1991–2017 гг.); на протяжении 37 лет руководили Институтом биологии: А. И. Коровин (1959–1961 гг.) и С. Н. Дроздов (1961–1996 гг.); выполняли обязанности ученого секретаря Института биологии: А. А. Комулайнен (1959–1978 гг.) и Т. Г. Шибаева (2000–2005 гг.).

Большое внимание сотрудники лаборатории уделяют и преподавательской деятельности. А. Ф. Титов и Е. Ф. Марковская на протяжении более 20 лет (каждый) возглавляли профильные кафедры в вузах Карелии — КГПУ и ПГУ. Кроме того, в настоящее время в вузах работают Н. В. Василевская, И. А. Крупнова, Л. В. Тимейко, С. А. Трофимова, Т. Г. Шибаева. В разные годы читали лекции и проводили практические занятия со студентами М. И. Сысоева, В. В. Таланова, Н. М. Казнина, Л. В. Топчиева, Г. Ф. Лайдинен, Е. С. Холопцева, Е. Г. Шерудило.

Успешная работа сотрудников лаборатории неоднократно отмечалась наградами различного уровня. С. Н. Дроздов награжден орденом «Знак Почета» и орденом Дружбы, А. Ф. Титов — орденом Почета и орденом Дружбы. Нагрудным знаком «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации» награждены А. Ф. Титов и Е. Ф. Марковская.

Звания «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» и «Заслуженный деятель науки Республики Карелия» удостоены С. Н. Дроздов, В. К. Курец, Е. Ф. Марковская, А. Ф. Титов; «Заслуженный агроном КАССР» — Р. И. Волкова; «Заслуженный работник сельского хозяйства РК» — Н. П. Будыкина. За многолетний добросовестный труд и профессиональные успехи многие сотрудники награждены почетными грамотами и благодарностями.

Авторы благодарят всех сотрудников лаборатории, принявших активное участие в подготовке данного исторического очерка, в том числе Ю. В. Батову, Е. Н. Икконен, Е. С. Холопцеву, Е. Г. Шерудило, Т. Г. Шибаеву. Особая признательность авторов — В. В. Талановой, Н. И. Балагуровой и Н. И. Хилкову за ценные замечания и предложения по улучшению рукописи.

ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ: фотолетопись

1980 год



1994 год



1995 год



1999 год



2000 год



2003 год



2004 год



2007 год



2007 год – 50-летие лаборатории



2015 год



**Общий список сотрудников,
работавших в лаборатории в период
с 1957 по 2017 гг.**

Руководители лаборатории

Коровин Аркадий Иванович (1957–1960 гг.)

Дроздов Станислав Николаевич (1961–1985 гг., 1994–2004 гг.)

Курец Владимир Константинович (1985–1986 гг.)

Титов Александр Федорович (1986 г. – по н. в.)

Сотрудники лаборатории

(на 01.01.2018 г.)

1. Алексеева Татьяна Федоровна
2. Батова Юлия Валерьевна
3. Гоголева Татьяна Сергеевна
4. Игнатенко Анна Анатольевна
5. Икконен Елена Николаевна
6. Исаков Андрей Викторович
7. Казнина Наталья Мстиславовна
8. Лайдинен Галина Федоровна
9. Нилова Ирина Александровна
10. Платонова Оксана Викторовна
11. Репкина Наталья Сергеевна
12. Таланова Вера Викторовна
13. Холопцева Екатерина Станиславовна
14. Шерудило Елена Георгиевна
15. Шибаева Татьяна Геннадиевна

Сотрудники, работавшие в лаборатории в разные годы

1. Акимова Татьяна Викторовна
2. Балагурова Нина Ивановна
3. Барская Татьяна Александровна
4. Безденежных Владимир Андреевич

5. Боева Наталья Петровна
6. Будыкина Нелли Петровна
7. Быстрова Зоя Александровна
8. Василевская Наталья Владимировна
9. Васюкова Валерия Алексеевна
10. Венжик Юлия Валерьевна
11. Виролайнен Владимир Абрамович
12. Волкова Римма Ивановна
13. Годарева Надежда Никитична
14. Грушевский Борис Николаевич
15. Дадыкин Всеволод Петрович
16. Дембо Евдокия Дмитриевна
17. Дмитриев Валерий Петрович
18. Дмитриченко Григорий Дмитриевич
19. Еркоева Александра Андреевна
20. Зародов Александр
21. Иванова Раиса Павловна
22. Ильина Ирина Васильевна
23. Кореневская Татьяна Юрьевна
24. Королева Людмила Федоровна
25. Кочанова Тамара Михайловна
26. Критенко Светлана Петровна
27. Крупнова Ирина Владимировна
28. Комулайнен Альбертина Андреевна
29. Корнилова Галина Константиновна
30. Кузнецов Леонид Григорьевич
31. Курец Владимир Константинович
32. Кучко Лариса Александровна
33. Лавриненко Е. П.
34. Лаврова Виктория Владимировна
35. Макарьчева Ирина Владимировна
36. Маркова Тамара Михайловна
37. Марковская Евгения Федоровна
38. Мешкова (Назаркина) Елена Александровна
39. Новицкая Юлия Евдокимовна
40. Нюппиев Александр Александрович
41. Нюппиева Клавдия Александровна
42. Обшатко Любовь Антоновна
43. Петров Василий Петрович

44. Попков Юрий Юрьевич
45. Попов Эдуард Григорьевич
46. Потаевич Елизавета Викторовна
47. Прокофьева Людмила Павловна
48. Савушкин Андрей Иванович
49. Соловьева Лариса Николаевна
50. Сониная Анжелла Валерьевна
51. Спиридонова Евгения Анатольевна
52. Спиркова Нина Анатольевна
53. Сысоева Марина Ивановна
54. Сычева Зинаида Федоровна
55. Таланов Александр Викторович
56. Тимейко Лидия Владимировна
57. Тихонович Антонина Ивановна
58. Топчиева Людмила Владимировна
59. Трифонова (Савина) Ирина Вячеславовна
60. Трофимова Светлана Алексеевна
61. Тычинин Виктор Васильевич
62. Ултиева Лидия Александровна
63. Унжаков Анатолий Рудольфович
64. Федотова Ольга Михайловна
65. Филимонов Андрей Андреевич
66. Фролова Светлана Анатольевна
67. Хилков Николай Иванович
68. Холопцева Нина Петровна
69. Шабалина Людмила Павловна
70. Шибаета Наталия Алексеевна

Список кандидатских и докторских диссертаций, защищенных сотрудниками лаборатории

Кандидатские диссертации

1. Балагурова Н. И. Цитофизиологическое исследование действия заморозков на листья различных по морозостойкости видов картофеля: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1969. 30 с.
2. Будыкина Н. П. Сравнительная устойчивость к заморозкам перспективных для Карелии сортов и гибридов картофеля: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1969. 22 с.
3. Волкова Р. И. Физиологическая характеристика полиплодных семян картофеля *Solanum schreiteri* и *S. punae* как исходного материала в селекции на заморозкоустойчивость: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1969. 22 с.
4. Холопцева Н. П. Заморозкоустойчивость многолетних трав: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1971. 26 с.
5. Нюппиева К. А. Изменение фотосинтетического аппарата у различных по устойчивости видов картофеля в результате действия заморозков: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1973. 34 с.
6. Титов А. Ф. Морфофизиологический контроль в селекции овсяницы луговой *Festuca pratensis* Huds. на заморозкоустойчивость: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1976. 24 с.
7. Акимова Т. В. Роль температурного фактора в формировании холодоустойчивости *Cucumis sativus* L.: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1980. 24 с.
8. Попов Э. Г. Исследование CO_2 -газообмена *Cucumis sativus* L. при комплексном действии факторов среды: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1985. 18 с.
9. Таланова В. В. Эколого-физиологические аспекты устойчивости томатов к низким и высоким температурам (ранние этапы развития): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 1985. 20 с.

10. Критенко С. П. Исследование роли белоксинтезирующей системы в механизмах адаптации активно вегетирующих растений к низким и высоким температурам: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1987. 20 с.
11. Филимонов А. А. Структурно-функциональные изменения фотосинтетического аппарата при тепловой адаптации растений: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 1988. 18 с.
12. Таланов А. В. Влияние световых и температурных условий на CO_2 -газообмен интактного растения *Cucumis sativus* L.: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1989. 20 с.
13. Крупнова И. В. Изучение начального периода холодового и теплового закаливания активно вегетирующих растений: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 1990. 19 с.
14. Шерудилов Е. Г. Устойчивость ячменя к низким и высоким температурам: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 1990. 20 с.
15. Василевская Н. В. Онтогенетические реакции *Cucumis sativus* L. на действие температурного фактора: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1991. 24 с.
16. Сысоева М. И. Влияние факторов внешней среды на рост и развитие растений огурца на ранних этапах онтогенеза: многомерный подход: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1991. 22 с.
17. Топчиева Л. В. Сравнительное изучение реакции растений на действие высоких закаливающих и повреждающих температур: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1994. 20 с.
18. Трофимова С. А. Реакция растений на действие факторов внешней среды: онтогенетический аспект: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1995. 22 с.
19. Харькина Т. Г. Закономерности формирования и функционирования растения с индетерминантным типом роста побега: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1997. 28 с.
20. Икконен Е. Н. Влияние осушения на интенсивность выделения CO_2 мезоолиготрофным болотом юго-восточной Финляндии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2000. 25 с.
21. Венжик Ю. В. Анатомо-морфологическая характеристика растений *Festuca pratensis* Huds. с температурозависимой хлорофилл-дефектностью: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2001. 21 с.
22. Холопцева Е. С. Эколого-физиологическая характеристика ряда видов астрагалов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2001. 26 с.

23. Казнина Н. М. Влияние свинца и кадмия на рост, развитие и некоторые другие физиологические процессы однолетних злаков (ранние этапы онтогенеза): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2003. 24 с.
24. Котова З. П. Эколого-физиологическая характеристика районированных в Карелии сортов картофеля: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2003. 24 с.
25. Тимейко Л. В. Влияние эпибрассинолида и этихола на терморезистентность и формирование продуктивности *Cucumis sativus* L.: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2003. 22 с.
26. Назаркина Е. А. Влияние локального прогрева и охлаждения на устойчивость растений: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2005. 22 с.
27. Батова Ю. В. Репродуктивные возможности *Alopecurus pratensis* L. и *Phleum pratensis* L. в условиях Карелии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2007. 24 с.
28. Фролова С. А. Влияние низкой температуры на активность протеиназно-ингибиторной системы растений: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2008. 23 с.
29. Спиридонова Е. А. Морфо-физиологические реакции растений на кратковременные снижения температуры в условиях разных фотопериодов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2011. 18 с.
30. Лаврова В. В. Реакция растений картофеля на кратковременные низкотемпературные обработки при заражении нематодой: физиолого-биохимический аспект: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2012. 22 с.
31. Репкина Н. С. Эколого-физиологическое исследование механизмов адаптации растений пшеницы к раздельному и совместному действию низкой температуры и кадмия: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2014. 24 с.

Докторские диссертации

1. Коровин А. И. Влияние пониженных температур почв на растения в условиях Севера: автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 1959.
2. Дроздов С. Н. Эколого-физиологическое исследование устойчивости полевых культур к заморозкам: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Л., 1971. 38 с.

3. Титов А. Ф. Устойчивость активно вегетирующих растений к низким и высоким температурам: закономерности варьирования и механизмы: автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 1989. 42 с.
4. Курец В. К. Системный подход к исследованию CO_2 -газообмена и терморезистентности растений: автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 1990. 40 с.
5. Марковская Е. Ф. Интеграция процессов роста и развития в онтогенезе *Cucumis sativus* L.: автореф. дис. ... докт. биол. наук. СПб., 1992. 44 с.
6. Сысоева М. И. Феноменология онтогенетических реакций растений на суточный температурный градиент: автореф. дис. ... докт. биол. наук. СПб., 2003. 44 с.
7. Василевская Н. В. Поливариантность развития растений разных жизненных форм в условиях Севера: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Петрозаводск, 2006. 42 с.
8. Таланова В. В. Фитогормоны как регуляторы устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Петрозаводск, 2009. 44 с.
9. Казнина Н. М. Физиолого-биохимические и молекулярно-генетические механизмы устойчивости растений семейства *Roaceae* к тяжелым металлам: автореф. дис. ... докт. биол. наук. СПб., 2016. 48 с.

**Список монографий, сборников
научных статей и учебных пособий:
1957–2017 гг.**

Монографии

1. *Коровин А. И.* Температура почвы и растение на Севере. Петрозаводск: Госиздат Карельской АССР, 1961. 191 с. (часть исследований проведена на биологической станции Института биологии Карельского филиала АН СССР).
2. *Дроздов С. Н., Сычева З. Ф., Будыкина Н. П., Курец В. К.* Эколого-физиологические аспекты устойчивости растений к заморозкам. Л.: Наука, 1977. 228 с.
3. *Курец В. К., Попов Э. Г.* Моделирование продуктивности и холодоустойчивости растений. Л.: Наука, 1979. 160 с.
4. *Дроздов С. Н., Курец В. К., Титов А. Ф.* Терморезистентность активно вегетирующих растений. Л.: Наука, 1984. 168 с.
5. *Курец В. К., Попов Э. Г.* Статистическое моделирование системы связей растение — среда. Л.: Наука, 1991. 152 с.
6. *Дроздов С. Н., Курец В. К.* Некоторые аспекты экологической физиологии растений. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2003. 170 с.
7. *Марковская Е. Ф., Сысоева М. И.* Роль суточного температурного градиента в онтогенезе растений. М.: Наука, 2004. 119 с.
8. *Титов А. Ф., Акимова Т. В., Таланова В. В., Топчиева Л. В.* Устойчивость растений в начальный период действия неблагоприятных температур. М.: Наука, 2006. 143 с.
9. *Титов А. Ф., Таланова В. В., Казнина Н. М., Лайдинен Г. Ф.* Устойчивость растений к тяжелым металлам. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 172 с.
10. *Титов А. Ф., Таланова В. В.* Устойчивость растений и фитогормоны. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. 206 с.
11. *Титов А. Ф., Таланова В. В.* Локальное действие высоких и низких температур на растения. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2011. 166 с.

12. *Марковская Е. Ф., Сысоева М. И., Шерудило Е. Г.* Кратковременная гипотермия и растение. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. 194 с.
13. *Титов А. Ф., Казнина Н. М., Таланова В. В.* Тяжелые металлы и растения. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2014. 196 с.

Сборники статей

1. Эколого-физиологические механизмы устойчивости растений к действию экстремальных температур / под ред. С. Н. Дроздова, А. Ф. Титова. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1978. 169 с.
2. Физиологические аспекты формирования терморезистентности и продуктивности сельскохозяйственных растений / под ред. С. Н. Дроздова, А. Ф. Титова. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1980. 145 с.
3. Влияние факторов внешней среды и физиологически активных веществ на терморезистентность и продуктивность растений / под ред. С. Н. Дроздова, А. Ф. Титова. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1982. 159 с.
4. Терморезистентность и продуктивность сельскохозяйственных растений / под ред. С. Н. Дроздова, А. Ф. Титова. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1984. 145 с.
5. Термоадаптация и продуктивность растений / под ред. С. Н. Дроздова, А. Ф. Титова. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1986. 160 с.
6. Влияние факторов среды и физиологически активных веществ на продуктивность и устойчивость растений / под ред. С. Н. Дроздова, А. Ф. Титова. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1988. 134 с.
7. Эколого-физиологические аспекты устойчивости, роста и развития растений / под ред. С. Н. Дроздова, А. Ф. Титова. Петрозаводск: Карельский научный центр АН СССР, 1990. 159 с.
8. Влияние внешних факторов на устойчивость, рост и развитие растений / под ред. С. Н. Дроздова, А. Ф. Титова. Петрозаводск: Карельский научный центр АН СССР, 1992. 221 с.
9. Адаптация, рост и развитие растений / под ред. С. Н. Дроздова, А. Ф. Титова. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1994. 170 с.

Учебные пособия

1. *Титов А. Ф., Таланова В. В., Казнина Н. М.* Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам: учебно-методическое пособие. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2011. 77 с.
2. *Сысоева М. И., Матвеева Е. М., Лаврова В. В., Шерудило Е. Г., Шибаета Т. Г., Икконен Е. Н.* Физиолого-биохимические и паразитологические методы исследования зараженного нематодой растения. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. 79 с.
3. *Титов А. Ф., Казнина Н. М., Таланова В. В.* Устойчивость растений к кадмию (на примере семейства злаков): учебное пособие. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. 55 с.
4. *Будыкина Н. П., Титов А. Ф.* Применение фиторегуляторов нового поколения в растениеводстве Северо-Запада России (на примере Карелии): научно-методическое пособие. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. 78 с.
5. *Репкина Н. С., Таланова В. В., Топчиева Л. В.* Устойчивость растений к действию тяжелых металлов и экспрессия генов: учебно-методическое пособие. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. 32 с.
6. *Титов А. Ф., Таланова В. В., Казнина Н. М.* Практикум по курсу «Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам»: учебно-методическое пособие; Институт биологии КарНЦ РАН. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. 63 с.
7. *Титов А. Ф., Шибаета Т. Г.* Брассиностероиды: учебное пособие. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. 58 с.
8. *Дроздов С. Н., Марковская Е. Ф., Тимейко Л. В., Холопцева Е. С.* Экологическая физиология растений: терминология: учебное пособие в 2 ч. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2015. Ч. 1. 88 с. Ч. 2. 88 с.

Список изобретений и баз данных: 1957–2017 гг.

Изобретения, охраняемые авторским свидетельством или патентом

1. Авторское свидетельство СССР № 537658, 1976 г. Способ регулирования развития картофеля. Авторы: Дроздов С. Н., Комулайнен А. А., Иванова Р. П., Волкова Р. И.
2. Авторское свидетельство СССР № 641949, 1978 г. Способ выращивания овощных культур. Авторы: Дроздов С. Н., Волкова Р. И., Будыкина Н. П.
3. Авторское свидетельство СССР № 854347, 1981 г. Способ регулирования роста огурцов в условиях закрытого грунта. Авторы: Волкова Р. И., Будыкина Н. П., Дроздов С. Н., Баранова И. И.
4. Авторское свидетельство СССР № 865211, 1981 г. Способ выращивания овощных культур. Авторы: Дроздов С. Н., Волкова Р. И., Будыкина Н. П.
5. Авторское свидетельство СССР № 1091506, 1984 г. Рацемат 2,3-диокси-1,4-диаминобутан-N, N, N, N-тетрауксусной кислоты железо-кобальтового комплекса в качестве биостимулятора для выращивания огурцов. Авторы: Волкова Р. И., Будыкина Н. П.
6. Авторское свидетельство СССР № 1332575, 1987 г. Состав для регулирования роста растений томата в закрытом грунте. Авторы: Волкова Р. И., Дроздов С. Н., Курец В. К., Николаевская Т. С., Будыкина Н. П., Дятлова Н. М., Рудакова Г. Я.
7. Авторское свидетельство СССР № 1576062, 1988 г. Держатель растений при гидропонном выращивании. Авторы: Пыльников М. Т., Филимонов А. А., Попов А. В.
8. Авторское свидетельство СССР № 1497217, 1989 г. Способ идентификации Д-рибулозо-1,5 дифосфаткарбоксилазы. Автор: Филимонов А. А.

9. Авторское свидетельство СССР № 1584833, 1990 г. Держатель растений. Авторы: Польшковский М. Т., Филимонов А. А., Попов А. В.
10. Авторское свидетельство СССР № 1684970, 1991 г. Состав для регулирования роста и развития растений томатов. Авторы: Будыкина Н. П., Волкова Р. И., Дроздов С. Н., Шабалина Л. П.
11. Патент РФ № 2345515, 2009 г. Способ предпосадочной обработки клубней семенного картофеля. Авторы: Сысоева М. И., Матвеева Е. М., Шерудило Е. Г., Марковская Е. Ф.
12. Патент РФ № 2487532, 2013 г. Способ микроклонального размножения картофеля. Авторы: Матвеева Е. М., Сысоева М. И., Шерудило Е. Г., Котова З. П.
13. Патент РФ № 2494605, 2013 г. Способ выращивания растений томата в защищенном грунте. Авторы: Сысоева М. И., Шибеева Т. Г., Шерудило Е. Г.

Базы данных

1. Свидетельство о государственной регистрации базы данных «Морфо-физиологические показатели, характеризующие состояние однолетних злаков при воздействии кадмия». Авторы: Батова Ю. В., Казнина Н. М., Лайдинен Г. Ф., Титов А. Ф. рег. № 2014621273, 10 сентября 2014 г.
2. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015621259 от 14.08.2015 г. «Структурно-функциональные изменения фотосинтетического аппарата пшеницы в процессе адаптации к низким температурам». Авторы: Венжик Ю. В., Таланова В. В.
3. Свидетельство о государственной регистрации базы данных «Особенности роста многолетних дикорастущих злаков в условиях действия высоких концентраций тяжелых металлов». Авторы: Батова Ю. В., Казнина Н. М., Лайдинен Г. Ф., Титов А. Ф. Рег. № 2017620979 от 25 августа 2017 г.
4. Свидетельство о государственной регистрации базы данных «Физиолого-биохимические показатели растений пшеницы при раздельном и совместном действии низкой температуры и кадмия». Авторы: Репкина Н. С., Таланова В. В. Рег. № 2017621152 от 4 октября 2017 г.

Содержание

Лаборатория экологической физиологии растений: 60 лет поисков и находок	3
Лаборатория экологической физиологии растений: фотолетопись	38
<i>Приложение 1</i>	
Общий список сотрудников, работавших в лаборатории в период с 1957 по 2017 гг.	43
<i>Приложение 2</i>	
Список кандидатских и докторских диссертаций, защищенных сотрудниками лаборатории	46
<i>Приложение 3</i>	
Список монографий, сборников научных статей и учебных пособий: 1957–2017 гг.	50
<i>Приложение 4</i>	
Список изобретений и баз данных: 1957–2017 гг.	53

Научно-популярное издание

Титов Александр Федорович

Казнина Наталья Мстиславовна

**ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ:
60 лет поисков и находок**

Краткий исторический очерк

Печатается по решению Ученого совета
Института биологии КарНЦ РАН

Редактор *Е. В. Азоркина*

Фото на первой странице обложки *И. Ю. Георгиевского*,
на четвертой странице обложки *М. И. Сысоевой*

*В издании использованы фотографии
из архива лаборатории*

Отпечатано в полном соответствии
с качеством предоставленных фотографий

Подписано в печать 01.02.2019 г. Формат 60×84 ¹/₁₆.

Печать офсетная. Уч.-изд. л. 2,4. Усл. п. л. 3,26.

Тираж 100 экз. Заказ № 536

Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр Российской академии наук»
Редакционно-издательский отдел
185003, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, 50